

Boltabayev Islombek Sunnat o'g'li
Guliston davlat universitet,
Axborot texnologiyalari kafedrası o'qituvchisi

RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA WEB-DASTURLASH KOMPETENSIYALARINI KUZATISHNING SUN'IY INTELLEKTGA NISBATAN MOSLASHUVCHAN MEXANIZMLARI

Annotatsiya: Mazkur maqolada raqamli ta'lim muhitida web-dasturlash kompetensiyalarini sun'iy intellektga nisbatan moslashuvchan kuzatish mexanizmlari tadqiq etilgan. Talabalarning kod yozish jarayoni, xatolari, topshiriqlarni bajarish natijalari va o'quv faolligini tahlil qilish asosida kompetensiyalar rivojlanishini diagnostika qilishga e'tibor qaratilgan. Tadqiqotda kompetensiyalarni modellashtirish, o'quv faoliyatini monitoring qilish, pedagogik eksperiment va matematik-statistik usullardan foydalanilgan. Natijada sun'iy intellekt asosida individual kompetensiya profilini shakllantirish, rivojlanish dinamikasini aniqlash va moslashtirilgan tavsiyalar berish imkonini beruvchi mexanizm taklif etilgan. Mazkur yondashuv web-dasturlashni o'qitish jarayonini shaxsiylashtirish va monitoring samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Raqamli ta'lim muhiti, web-dasturlash, kompetensiyalar, sun'iy intellekt, adaptiv monitoring, ta'lim analitikasi, kod tahlili, kompetensiya diagnostikasi.

Болтабаев Исламбек,
Гулистанский государственный университет,
преподаватель кафедры "Информационных технологий"

АДАПТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МОНИТОРИНГА КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ВЕБ-ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЦИФРОВОЙ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: В статье исследуются механизмы адаптивного мониторинга компетенций в области веб-программирования в цифровой образовательной среде на основе искусственного интеллекта. Особое внимание уделено диагностике развития компетенций посредством анализа процесса написания кода студентами, допущенных ошибок, результатов выполнения заданий и учебной активности. В исследовании использованы методы моделирования компетенций, мониторинга учебной деятельности, педагогического эксперимента и математико-статистического анализа. В результате предложен механизм, обеспечивающий формирование индивидуального профиля компетенций на основе искусственного интеллекта, определение динамики их развития и предоставление адаптированных рекомендаций. Данный подход способствует персонализации процесса обучения веб-программированию и повышению эффективности мониторинга.

Ключевые слова: Цифровая образовательная среда, веб-программирование, компетенции, искусственный интеллект, адаптивный мониторинг, образовательная аналитика, анализ кода, диагностика компетенций.

Islambek Boltabaev,
Gulistan State University,
Lecturer, Department of "Information Technologies"

ADAPTIVE MECHANISMS FOR MONITORING WEB PROGRAMMING COMPETENCIES IN A DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract: This article investigates artificial intelligence-based adaptive mechanisms for monitoring web programming competencies in a digital learning environment. Particular attention is paid to diagnosing competency development through the analysis of students' coding processes, errors, task performance, and learning activity. The study employs competency modeling, learning activity monitoring, pedagogical experimentation, and mathematical-statistical methods. As a result, an artificial intelligence-based mechanism is proposed for developing individual competency profiles, identifying competency development dynamics, and providing adaptive recommendations. This approach contributes to personalizing the web programming learning process and improving the effectiveness of competency monitoring.

Keywords: Digital learning environment, web programming, competencies, artificial intelligence, adaptive monitoring, learning analytics, code analysis, competency assessment.

KIRISH.Raqamli transformatsiya jarayonlarining jadallashuvi va sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'limga kirib kelishi o'quv jarayonini tashkil etish, ta'lim natijalarini baholash hamda talabalarning individual rivojlanish trayektoriyalarini aniqlashga bo'lgan yondashuvlarni tubdan o'zgartirmoqda. Zamonaviy raqamli ta'lim muhitida talabani bilmni faqat yakuniy baho orqali aniqlashdan ko'ra, uning kompetensiyalari qanday shakllanayotganini uzluksiz kuzatish, rivojlanish dinamikasini tahlil qilish va aniqlangan ehtiyojlarga mos ta'limiy ta'sirni tashkil etish muhim ahamiyat kasb etmoqda. UNESCO tomonidan ham sun'iy intellektdan ta'limda foydalanishda inson manfaatlariga yo'naltirilgan, pedagogik jihatdan asoslangan, shaffof va ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlovchi yondashuvlardan foydalanish zarurligi ta'kidlangan [1].

Ayniqsa, web-dasturlashni o'qitish jarayonida talabalarning kompetensiyalarini kuzatish murakkab va ko'p komponentli vazifa hisoblanadi. Web-dasturlash HTML, CSS, JavaScript hamda server texnologiyalari bilan

ishlashni o'zlashtirish bilan bir qatorda, algoritmik va mantiqiy fikrlash, kod yozish, debugging, xatolarni aniqlash va bartaraf etish, dasturiy yechimlarni optimallashtirish hamda mustaqil loyiha ishlab chiqish kabi ko'nikmalarni shakllantirishni talab etadi. Shu sababli mazkur kompetensiyalarni faqat test yoki yakuniy topshiriq natijalari asosida baholash talabning real rivojlanish holatini to'liq aks ettirmasligi mumkin.

An'anaviy elektron ta'lim tizimlarida monitoring asosan test natijalari, bajarilgan topshiriqlar va yakuniy ballarga tayanadi. Bunday yondashuv talabning kod yozish jarayonidagi xatolar turi va takrorlanish chastotasi, topshiriqni bajarish vaqti, qayta urinishlari, o'z xatosini mustaqil tuzatish darajasi hamda kompetensiyalarning vaqt davomida shakllanish dinamikasini yetarli darajada hisobga olmaydi. Dasturlash bo'yicha avtomatlashtirilgan fikr-mulohaza vositalarini tahlil qilgan Keuning, Jeuring va Heeren mavjud tizimlarning muhim qismi xatoni aniqlashga yo'naltirilganligini, biroq individual o'quv ehtiyojlariga moslashtirilgan yordam va rivojlanish jarayonini chuqur kuzatish imkoniyatlari cheklanganligini ko'rsatgan [2].

Mazkur muammoni hal etishda sun'iy intellekt texnologiyalari muhim imkoniyatlar yaratadi. Xususan, mashinaviy o'qitish, kodni avtomatik tahlil qilish, ta'lim analitikasi va tabiiy tilni qayta ishlash usullari orqali talabning raqamli o'quv izlarini kompleks qayta ishlash mumkin. Bunda bajarilgan topshiriqlar, koddagi sintaktik va mantiqiy xatolar, topshiriq murakkabligi, bajarish vaqti, qayta urinishlar va o'quv faolligi kabi ko'rsatkichlar asosida individual kompetensiya profili shakllantiriladi. Mazkur profil yangi ma'lumotlar kelib tushishi bilan yangilanib, talabning kompetensiya rivojlanish trayektoriyasini dinamik ravishda aks ettiradi.

Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, sun'iy intellektga asoslangan moslashuvchan monitoring mexanizmi nafaqat mavjud kompetensiya holatini aniqlashi, balki uning o'zgarish tendensiyalarini tahlil qilishi va keyingi o'quv faoliyatini aniqlangan ehtiyojlarga muvofiq moslashtirishi mumkin. Shu nuqtayi

nazardan, tadqiqotning maqsadi raqamli ta'lim muhitida web-dasturlash kompetensiyalarini uzluksiz kuzatish, diagnostika qilish, rivojlanish dinamikasini aniqlash va individual tavsiyalarni shakllantirishga xizmat qiluvchi sun'iy intellektga nisbatan moslashuvchan mexanizmni ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi web-dasturlash kompetensiyalarini statik baholashdan dinamik monitoringga o'tishni ta'minlovchi, talabaning raqamli faoliyat ko'rsatkichlarini intellektual tahlil qiluvchi va aniqlangan kompetensiya holatiga mos ravishda monitoring hamda ta'limiy tavsiyalarni shakllantiruvchi mexanizmni taklif etish bilan belgilanadi. Mazkur yondashuv web-dasturlash ta'limini individuallashtirish, kompetensiyalar rivojlanishini aniqroq diagnostika qilish va pedagogik qarorlarni ma'lumotlarga asoslangan holda qo'llab-quvvatlash uchun metodik asos yaratadi.

MAVZU BO'YICHA ILMIY ADABIYOTLAR TAHLILI. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, dasturlash ta'limida intellektual tizimlardan foydalanish uch asosiy yo'nalishda rivojlanmoqda: avtomatik baholash, avtomatlashtirilgan fikr-mulohaza va talabaning individual o'quv faoliyatini modellashtirish. Birinchi yo'nalishda kodning sintaktik va funksional to'g'riligi tekshirilsa, ikkinchisida aniqlangan xatolar asosida foydalanuvchiga fikr-mulohaza beriladi. Uchinchi yo'nalish esa talabaning o'quv faoliyatini vaqt davomida kuzatish va uning bilim-kompetensiya holatini dinamik model sifatida ifodalashga qaratilgan.

Keuning, Jeuring va Heerenning tizimli sharhida avtomatlashtirilgan fikr-mulohaza vositalarining 101 ta namunasi tahlil qilingan va ularning ko'pchiligi xatoni aniqlashga urg'u berishi, muammoni tuzatishning keyingi bosqichi hamda individual moslashuv imkoniyatlari esa nisbatan cheklanganligi ko'rsatilgan [2]. Ushbu xulosa web-dasturlash kompetensiyalarini kuzatish tizimida faqat "xato mavjud" degan signalni berish yetarli emasligini, balki xatoning takrorlanishi, murakkabligi va talabaning oldingi faoliyati bilan bog'liq holda tahlil qilinishi zarurligini asoslaydi.

Intellectual repetitorlik tizimlari bo'yicha tadqiqotlar esa individual o'quv jarayonini qo'llab-quvvatlashda kompyuter asosidagi intellektual mexanizmlarning imkoniyatlarini ko'rsatadi. VanLehn tadqiqotida turli repetitorlik shakllarining samaradorligi qiyoslangan bo'lsa [3], Kulik va Fletcher meta-tahlili 50 ta nazoratli baholash natijalarini umumlashtirib, ITS tizimlari qo'llanilgan holatlarda test natijalaridagi o'zgarishlarni tahlil qilgan [4]. Shu bilan birga, mazkur tadqiqotlar natijalarini web-dasturlash kompetensiyalarining barcha tarkibiy qismlariga bevosita ko'chirish ehtiyotkorlikni talab qiladi, chunki samaradorlik o'quv maqsadi, baholash vositasi va tizim dizayniga bog'liq.

Shu sababli mazkur tadqiqotda kompetensiyalarni kuzatish uchun ko'p komponentli monitoring modeli taklif etiladi. Unda diagnostik modul talabanning mavjud holatini aniqlaydi, analitik modul faoliyat ko'rsatkichlarini qayta ishlaydi, moslashtiruvchi modul keyingi o'quv faoliyatini kompetensiya darajasiga muvofiqlashtiradi, tavsiyaviy modul esa individual pedagogik yo'nalishlarni shakllantiradi. Bunday tuzilma sun'iy intellektni faqat avtomatik baholash vositasi sifatida emas, balki kompetensiya rivojlanishini kuzatuvchi va pedagogik qarorlarni qo'llab-quvvatlovchi mexanizm sifatida qarash imkonini beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqotda tizimli adabiyotlar tahlili, kompetensiyalarni modellashtirish, pedagogik loyihalash, o'quv analitikasi, avtomatik kod tahlili, pedagogik eksperiment, so'rovnoma va matematik-statistik tahlil metodlaridan foydalanish nazarda tutiladi. Web-dasturlash kompetensiyalari kod yozish, debugging, algoritmik fikrlash, web-tehnologiyalarni qo'llash va mustaqil loyiha yaratish kabi indikatorlar orqali tavsiflanadi.

Monitoring mexanizmining ishlash jarayoni to'rtta ketma-ket bosqichga ajratiladi: birinchi bosqichda talabanning elektron muhitdagi faoliyatiga oid ma'lumotlar yig'iladi; ikkinchi bosqichda ma'lumotlar sun'iy intellekt

algoritmлари yordamida tahlil qilinadi; uchinchi bosqichda kompetensiyalarning joriy darajasi va rivojlanish dinamikasi aniqlanadi; to'rtinchi bosqichda esa natijalarga mos individual topshiriq, tavsiya yoki o'quv resursi shakllantiriladi. Mazkur yondashuvda tizimning moslashuvchanligi talabani yangi natijalari kelib tushishi bilan uning individual profilining qayta hisoblanishi orqali ta'minlanadi.

Tajriba-sinov jarayonida pretest va posttest natijalari, topshiriqlarni bajarish ko'rsatkichlari, xatolar dinamikasi hamda talabalar fikr-mulohazalarini taqqoslash mumkin. Miqdoriy ma'lumotlarni qayta ishlashda o'rtacha qiymat, standart og'ish, Student t-mezoni va ta'sir kattaligi kabi statistik ko'rsatkichlardan foydalanish, sifat ma'lumotlarini esa tematik tahlil asosida umumlashtirish maqsadga muvofiq. Bunda statistik natijalarni talqin qilishda tanlanma hajmi, baholash vositasining validligi va tadqiqot sharoitlari hisobga olinishi lozim. Tadqiqotning muhim metodologik jihatida sun'iy intellekt tomonidan berilgan tavsiyalarning pedagogik jihatdan asoslangan bo'lishidir.

UNESCOning ta'limda generativ sun'iy intellektdan foydalanish bo'yicha tavsiyalarida ham inson markazli yondashuv, ma'lumotlar maxfiyligi, pedagogik maqsadga muvofiqlik va texnologiyalardan xavfsiz foydalanish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan [5]. Shu sababli taklif etilayotgan mexanizm o'qituvchini almashtiruvchi tizim sifatida emas, balki talabani kompetensiya rivojlanishini aniqlash va pedagogik qarorlarni qo'llab-quvvatlashga xizmat qiluvchi intellektual vosita sifatida qaraladi.

TAHLIL VA NATIJALAR.

1.Web-dasturlash kompetensiyalarini kuzatishning mazmuni va tarkibiy komponentlari.

Raqamli ta'lim muhitida web-dasturlash kompetensiyalarini kuzatish talabani faqat yakuniy natijasini baholash bilan cheklanmasdan, uning o'quv faoliyati, kod yozish jarayoni, xatolar dinamikasi, topshiriqlarni bajarish tezligi va bilimlarning shakllanish darajasini uzluksiz tahlil qilishni nazarda tutadi.

Tadqiqot natijasida kompetensiyalarni sun'iy intellektga nisbatan moslashuvchan kuzatish mexanizmi ishlab chiqildi. Mazkur mexanizm diagnostik, analitik, adaptiv va monitoring komponentlarining o'zaro integratsiyasi asosida shakllantirildi.

Mexanizmning **diagnostik komponenti** talabani HTML, CSS va JavaScript bo'yicha bilim va amaliy ko'nikmalarini aniqlaydi. **Analitik komponent** koddagi sintaktik, mantiqiy va strukturaviy xatolarni, ularning takrorlanish chastotasini hamda topshiriqlarni bajarish natijalarini tahlil qiladi. **Adaptiv komponent** aniqlangan natijalarga asoslanib, talabani individual ehtiyojlariga mos tavsiya, qo'shimcha topshiriq yoki o'quv materialini shakllantiradi. **Monitoring komponenti** esa kompetensiyalarning vaqt davomida o'zgarishini kuzatib, individual rivojlanish trayektoriyasini aks ettiradi.

2. Sun'iy intellekt asosida kompetensiyalarni moslashuvchan kuzatish mexanizmi.

Tadqiqotda taklif etilgan mexanizmning ishlash jarayoni bir necha ketma-ket bosqichlardan tashkil topadi. Dastlab talabani kod yozish faoliyati, topshiriqlarni bajarish natijalari, xatolar turi va takrorlanishi, bajarish vaqti hamda qayta urinishlari haqidagi ma'lumotlar yig'iladi. Keyingi bosqichda mazkur ma'lumotlar sun'iy intellekt asosidagi tahlil moduli orqali qayta ishlanadi. Natijada har bir talaba uchun individual kompetensiya profili shakllantiriladi.

Kompetensiya profilida dasturlashning alohida yo'nalishlari bo'yicha o'zlashtirish holati, aniqlangan muammolar va rivojlanish dinamikasi aks ettiriladi. Masalan, talaba JavaScript sintaksisini yetarli darajada o'zlashtirgan, biroq funksiyalar, sikllar yoki DOM bilan ishlashda takroriy xatolarga yo'l qo'yayotgan bo'lsa, tizim mazkur kompetensiya yo'nalishini muammoli zona sifatida belgilaydi. Shundan so'ng unga moslashtirilgan qo'shimcha mashqlar va tavsiyalar taklif etiladi [5, 6, 7].

Bunday yondashuvda sun'iy intellekt faqat nazorat vositasi sifatida emas, balki **kompetensiya rivojlanishini aniqlash va keyingi o'quv faoliyatini moslashtirish vositasi** sifatida namoyon bo'ladi. Tizim yangi ma'lumotlar kelib tushishi bilan talabanning profilini yangilab boradi. Shu sababli monitoring statik baholashdan dinamik diagnostika modeliga o'tadi.

3. Kompetensiyalarni kuzatish mezonlari.

Tadqiqot doirasida web-dasturlash kompetensiyalarini kuzatish uchun bir nechta asosiy mezonlar belgilandi: kodning sintaktik to'g'riligi, algoritmik va mantiqiy fikrlash, web-texnologiyalardan foydalanish darajasi, topshiriqlarni mustaqil bajarish qobiliyati, xatolarni bartaraf etish dinamikasi hamda o'quv faolligi. Ushbu mezonlarning kompleks tahlili talabanning real kompetensiya holatini aniqlash imkonini beradi.

Kuzatish mezon	Asosiy ko'rsatkichlar	Moslashtirilgan pedagogik ta'sir
Kod sifati	Sintaktik va strukturaviy xatolar	Qoida va namunaviy misol
Mantiqiy kompetensiya	Algoritmik xatolar, noto'g'ri natijalar	Yo'naltiruvchi savol va qo'shimcha mashq
Amaliy ko'nikma	Topshiriqni bajarish darajasi	Murakkablikni moslashtirish
Mustaqillik	Qayta urinishlar va yordamga murojaat qilish	Individual tavsiyalar
Rivojlanish dinamikasi	Natijalarning vaqt bo'yicha o'zgarishi	Individual ta'lim trayektoriyasi

Mazkur mezonlar asosida tizim talabanning kompetensiya holatini shartli ravishda boshlang'ich, rivojlanayotgan va yetarli darajalar bo'yicha tavsiflash imkonini beradi. Bunda darajalar faqat yakuniy ballga emas, balki o'quv faoliyatining dinamik ko'rsatkichlariga ham asoslanadi.

4. Natijalarni qiyosiy tahlil qilish.

Taklif etilgan mexanizmning pedagogik imkoniyatlarini aniqlash maqsadida an'anaviy elektron monitoring va sun'iy intellektga asoslangan

moslashuvchan monitoring yondashuvlari qiyoslandi. An'anaviy tizimlarda asosan topshiriq natijasi va yakuniy baho qayd etilsa, taklif etilgan mexanizmida kod yozish jarayoni, xatolar dinamikasi, o'quv faolligi va individual rivojlanish trayektoriyasi birgalikda tahlil qilinadi.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, moslashuvchan monitoringdan foydalanish o'qituvchiga talabaning faqat "qancha ball olgani"ni emas, balki **qaysi kompetensiya bo'yicha qiyinchilikka duch kelayotgani, xatoning qay darajada takrorlanayotgani va kompetensiya rivojlanishining qanday yo'nalishda kechayotganini** aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, tizim tomonidan shakllantirilgan individual tavsiyalar ta'lim mazmunini talabaning joriy ehtiyojlariga moslashtirishga xizmat qiladi [7, 8].

Ta'kidlash lozimki, ushbu tadqiqotda keltiriladigan miqdoriy eksperiment natijalari muallifning real tajriba-sinov ma'lumotlari asosida shakllantirilishi lozim. Statistik ko'rsatkichlar faqat amalda yig'ilgan empirik ma'lumotlar asosida hisoblangandagina ilmiy xulosa chiqarish uchun asos bo'la oladi.

5. Natijalarning pedagogik ahamiyati.

Tadqiqot natijalari sun'iy intellektga asoslangan moslashuvchan monitoring web-dasturlash kompetensiyalarini baholash jarayonini uzluksiz va individuallashtirilgan shaklga olib kelishini ko'rsatadi. Mexanizm orqali aniqlangan xatolar va kompetensiya dinamikasi o'qituvchiga individual pedagogik qarorlar qabul qilish uchun qo'shimcha ma'lumot beradi. Talaba esa o'zining kuchli va rivojlantirilishi zarur bo'lgan kompetensiyalarini muntazam kuzatish imkoniyatiga ega bo'ladi. Shuningdek, mexanizmning muhim jihati shundaki, u monitoringni faqat nazorat vositasi sifatida emas, balki **rivojlantiruvchi pedagogik mexanizm** sifatida tashkil etadi. Shu asosda raqamli ta'lim muhitida web-dasturlash kompetensiyalarini kuzatishning sun'iy intellektga nisbatan moslashuvchan mexanizmi individual ta'lim trayektoriyasini shakllantirish, ta'lim mazmunini differensiallashtirish va pedagogik qarorlarni ma'lumotlarga asoslangan holda qo'llab-quvvatlash imkonini beradi [7, 8, 9].

XULOSA. Tadqiqot natijasida raqamli ta'lim muhitida web-dasturlash kompetensiyalarini sun'iy intellektga nisbatan moslashuvchan kuzatish mexanizmi ishlab chiqildi. Mexanizm talabalarning kod yozish jarayoni, xatolari, topshiriq natijalari va o'quv faolligini uzluksiz tahlil qilish asosida individual kompetensiya profilini shakllantirish imkonini beradi. Sun'iy intellekt asosidagi diagnostika va adaptiv tavsiyalar kompetensiyalar rivojlanish dinamikasini aniqlash hamda individual ta'lim trayektoriyasini takomillashtirishga xizmat qiladi. Natijada mazkur yondashuv web-dasturlash ta'limini shaxsiylashtirish va pedagogik monitoring samaradorligini oshirishning istiqbolli vositasi sifatida asoslandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Crow T., Luxton-Reilly A., Wuensche B. Intelligent Tutoring Systems for Programming Education: A Systematic Review // Proceedings of the 20th Australasian Computing Education Conference. — 2018. — P. 53–62.
2. Zawacki-Richter O. et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education // International Journal of Educational Technology in Higher Education.-2019. -Vol. 16, № 39.-P.1-27.
3. Xolmatov B.B. Raqamli ta'lim texnologiyalari: nazariya va amaliyot. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2022. — 184 b.
4. Van Lehn K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems // Educational Psychologist. — 2011. — Vol. 46, № 4. — P. 197–221.
5. Kulik J.A., Fletcher J.D. Effectiveness of Intelligent Tutoring Systems: A Meta-Analytic Review // Review of Educational Research. — 2016. — Vol. 86, № 1. — P. 42–78.
6. Keuning H., Jeuring J., Heeren B. A Systematic Literature Review of Automated Feedback Generation for Programming Exercises // ACM Transactions on Computing Education. - 2018. - Vol. 19, № 1.- P. 1–43.

7. Wood D., Bruner J.S., Ross G. The Role of Tutoring in Problem Solving // Journal of Child Psychology and Psychiatry. — 1976. — Vol. 17, № 2. — P. 89–100.
8. Kochmar E. et al. Automated Data-Driven Generation of Personalized Pedagogical Interventions in Intelligent Tutoring Systems // International Journal of Artificial Intelligence in Education. — 2022. — Vol. 32. — P. 323–349.
9. Karimov Sh.S. Oliy ta'limda pedagogik kompetentsiyalarni rivojlantirishning zamonaviy yondashuvlari. — Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2021. — 156 b.
10. Abduraimov, D., Kaur, D., Kadirova, M., Jumanova, I., Mansurov, S., & Khalilova, N. (2026). A Machine Learning Approach for Estimating HDD and CDD in Different Climatic Regions of Uzbekistan. In EPJ Web of Conferences (Vol. 384, p. 03004). EDP Sciences.
11. Samandarov, E., Ziyaeva, S., Abduraimov, D., Abdullayev, R., & Mirzaakbarov, D. (2026, March). Management of water flow using long short-term memory algorithm. In International Conference on Remote Sensing of the Earth and Physics (RSE 2026) (Vol. 14167, pp. 65-73). SPIE.
12. Ziyadullayev, D. S., Abduraimov, D. E., & Mirzaakbarov, D. D. (2026). Geoaxborot tizimlarining yer resurslarini samarali boshqarishdagi o'rni. SCIENCE and SOCIETY, (1-1), 94-98.
13. Samandarov, E., Abduraimov, D., Xudayberdiyev, A., Normatova, M., Butaboyev, A., To'ychiyeva, Z., & Taniberdiyev, A. (2025, June). Comprehensive review of educational platform for assessing and classifying students' knowledge levels utilizing machine learning. In Fourth International Conference on Digital Technologies, Optics, and Materials Science (DTIEE 2025) (Vol. 13662, p. 240). SPIE.
14. Qudratov, A. N., & Abduraimov, D. E. (2026). RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA DAVLAT

KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH MODELI. Экономика и социум, (3-1 (142)), 384-390.

15. Ziyadullaev, D., Mukhamedieva, D., Teshaboyev, M., Abdurakhimov, D., Bakhodirov, M., Ziyodullaeva, G., & Abduraimov, D. (2023, November). Application of the neuro-fuzzy approach to solving problems of soil phases evaluation. In BIO Web of Conferences (Vol. 67, p. 02009). EDP Sciences.
16. Samandarov, E., & Abduraimov, D. (2025, September). Classification the level of knowledge of students at school using the Naive Bayes machine learning algorithm. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3356, No. 1, p. 030001). AIP Publishing LLC.
17. Abduraimov, D., & Monasipova, R. (2024). AUTOMATING ECONOMIC ISSUES: THE EXAMPLE OF AUTOMATING WAREHOUSE PRODUCT STORAGE ACCOUNTING AND ITS SOFTWARE. Raqamli Transformatsiya va Sun'iy Intellekt, 2(5), 12-17.